

Kompatibilitas Vegetatif *Fusarium oxysporum* dari Beberapa Tanaman Inang

Sri Hartati^{1*}, Ummu Salamah Rustiani², Lindung Tri Puspasari¹ dan Wawan Kurniawan¹

¹Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung-Sumedang KM 21 Jatinangor 40600

²Pusat Karantina Tumbuhan dan Keamanan Hayati Nabati, Badan Karantina Pertanian Kantor

Pusat Kementerian Pertanian Gedung E Lt. 5, Jl. Harsono RM No. 3 Ragunan Jakarta

*Alamat korespondensi: s.hartati@unpad.ac.id

ABSTRACT

Vegetatif compatibility of *Fusarium oxysporum* on various hosts

Many strains or race of *Fusarium oxysporum* can be grouped based on compatibility reproduction from a variety of different strains called Vegetative Compatibility Group (VCG). This study was aimed to determine how the grouping of several isolates of *F. oxysporum* and grouping of several hosts of the fungus by vegetative compatibility group. *Fusarium oxysporum* isolated from chickpea plants that showed symptoms of fusarium wilt. The isolates of *F. oxysporum* of chili and tomatoes obtained from the culture collections of Mycology Laboratory of IPB. Stages of vegetative compatibility testing assayed through recovery of *nit* mutants, the identification of phenotype of *nit* mutant, and complementation test. There are 29 mutants isolated from the isolates of *F. oxysporum*. Nit1 mutant was obtained from all isolates of beans, tomatoes and peppers. NitM and Nit3 mutant isolates were obtained from chickpea 4 and chili sequentially. Two VCG and one single self compatibility (SSC) were assayed from isolates of *F. oxysporum* based on complementation testing.

Keywords: Beans, Fusarium wilt, Nit mutant, SSC, VCG

ABSTRAK

Jamur *Fusarium oxysporum* memiliki banyak forma spesialis dan ras. Jamur ini dapat dikelompokkan berdasarkan kompatibilitas reproduksi dari berbagai strain yang berbeda disebut dengan *vegetative compatibility group* (VCG). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara pengelompokkan *F. oxysporum* dan pengelompokkan jamur tersebut dari beberapa inang berdasarkan kelompok kompatibilitas vegetatifnya. Isolasi *F. oxysporum* dilakukan dari tanaman kacang panjang yang menunjukkan gejala layu fusarium. Isolat *F. oxysporum* dari cabai dan tomat berasal dari koleksi Laboratorium Mikologi IPB. Tahapan pengujian kompatibilitas vegetatif melalui pembiakan nit mutan, identifikasi fenotipe *nit* mutan, dan pengujian komplementasi. Isolasi mutan *F. oxysporum* didapatkan 29 mutan. Mutan nit1 didapatkan dari semua isolat yang diperoleh dari semua inang yang berbeda yaitu kacang panjang, tomat dan cabai. Mutan nitM hanya didapatkan dari isolat kacang panjang 4 dan mutan nit3 hanya didapatkan dari isolat cabai. Berdasarkan uji komplementasi *F. oxysporum* yang diuji terdiri dari dua VCG dan satu *single self compatibility* (SSC).

Kata Kunci: Kacang panjang, Layu fusarium, Nit mutant, SSC, VCG

PENDAHULUAN

Fusarium oxysporum merupakan patogen tanaman terbawa tanah (*soilborne*) yang tersebar di

seluruh dunia. Jamur ini menyebabkan penyakit layu dan mempunyai kisaran tanaman inang yang luas. Spesies *Fusarium* diklasifikasikan kedalam forma spesialis yang didasarkan pada tanaman inang

yang diserangnya. Beberapa forma spesialis lebih lanjut dibagi lagi kedalam ras-ras berdasarkan virulensi pada beberapa kultivar inang yang berbeda.

Vegetative Compatibility Group (VCG) adalah cara pengelompokkan jamur yang didasarkan pada pertukaran genetik antara isolat yang berbeda-beda yang dipasang-pasangkan, atau didasarkan pada kompatibilitas reproduksi dari berbagai strain yang berbeda (Davis, 2005). Teknik ini juga dapat digunakan untuk membedakan antara dua strain atau lebih dengan lebih akurat. Menurut Puhalla (1985) teknik VCG digunakan berdasarkan kemampuan miselium jamur untuk anastomosis dari genetik yang berhubungan melalui pembentukan heterokarion.

Pembentukan heterokarion ditunjukkan oleh sepasang mutan yang tidak dapat mereduksi nitrat disebut nit mutan, yang dapat diperoleh dengan menumbuhkan isolat pada media $KClO_3$ (de Carvalho & Mendes-Costa, 2011). Teknik ini telah berhasil mendeterminasi *Fusarium* yang diketahui sebagai penyebab layu pada tanaman cumin (*Cuminum cyminum* L.) di Rajasthan, India (Deshwal & Kumari, 2012).

Aplikasi VCG telah dilakukan terhadap isolat-isolat *F. oxysporum* dimana isolat dengan VCG sama akan berada pada klon yang sama meskipun berasal dari daerah geografis yang berbeda (Leslie, 1990). Menurut Abo *et al.* (2005) tingkat keragaman VCG *F. oxysporum* termasuk tinggi. Hal ini ditunjukkan dari hasil penelitian Primo *et al.* (2001) bahwa dari 160 sampel isolat *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* ditemukan lima VCG dan empat VCG ditemukan dalam sampel *F. oxysporum* f. sp. *cubense* di satu negara (Koenig *et al.*, 1997).

Hingga kini, penggolongan spesies *F. oxysporum* kedalam subspecies masih menemui kendala. Hal ini dikarenakan *F. oxysporum* yang diisolasi dari tanaman inang yang berbeda ternyata mempunyai keragaman genetik yang berbeda pula. Oleh karena itu, dilakukan penggolongan subspecies berdasarkan VCG.

Pengetahuan tentang subspecies penyebab penyakit yang spesifik tentu saja akan lebih membantu para fitopatologis dalam menentukan strategi pengendalian terhadap spesies yang dimaksud. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui cara pengelompokkan *F. oxysporum* dan pengelompokkan jamur tersebut dari beberapa inang berdasarkan kelompok kompatibilitas vegetatifnya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikologi Departemen Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor. Waktu pelaksanaan penelitian pada bulan Maret sampai Juli 2012.

Isolasi dan Identifikasi Jamur *F. oxysporum*

Isolasi *F. oxysporum* dilakukan pada tanaman kacang panjang yang menunjukkan gejala layu fusarium. Isolasi dilakukan dengan memotong pangkal batang antara daerah yang sehat dan sakit, selanjutnya dicuci dengan air steril. Potongan pangkal batang tersebut didisinfeksi dengan merendam dalam larutan NaOCl 1% selama 2 menit dan dibilas dengan akuades steril sebanyak tiga kali, selanjutnya dikeringkan dengan meletakkannya dalam cawan petri yang telah dialasi kertas saring steril. Potongan pangkal batang yang telah steril diletakkan pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan diinkubasi pada suhu kamar. Jamur *Fusarium* yang tumbuh diisolasi dan dimurnikan pada media PDA.

Identifikasi *F. oxysporum* dilakukan dengan menggunakan media *Carnation Leaf Agar* (CLA) yaitu media agar air ditambah dengan potongan daun carnation steril. Potongan isolat *Fusarium* umur 6-7 hari berukuran 1 cm diletakkan di tengah pada media CLA, selanjutnya tiga potongan daun carnation steril diletakkan pada pinggir di sekeliling isolat *Fusarium* tersebut. Identifikasi dengan menggunakan media CLA ini digunakan untuk melihat sporulasi *Fusarium* hasil isolasi. Selain dengan melihat sporulasi, identifikasi juga dilakukan dengan mengamati karakteristik koloni isolat *Fusarium* yang didapatkan.

Pengujian Kompatibilitas Vegetatif *F. oxysporum*

Isolat *F. oxysporum* yang diperoleh dari hasil isolasi dan isolat yang telah ada (*F. oxysporum* dari cabai dan tomat koleksi Laboratorium Mikologi IPB) selanjutnya diuji kompatibilitas vegetatifnya untuk mengetahui pengelompokkan VCG. Metode yang digunakan berdasarkan Cove (1976) yang telah dimodifikasi oleh Puhalla (1985) dan Correl *et al.* (1987). Tahapan yang dilakukan dalam pengujian kompatibilitas vegetatif adalah pembiakan *nit* mutan (*recovery of nit mutant*), identifikasi fenotipe *nit* mutan, dan pengujian komplementasi (*complementation test*).

Pembiakan *nit* Mutan (*Recovery of nit Mutant*)

Isolat *F. oxysporum* pada media PDA yang telah diinkubasi 5-7 hari dipindahkan masing-masing pada media minimal (MM) ditambah klorat (KClO₃) 1,5%. Media minimal terdiri dari media dasar + NaNO₃ (2 g/l). Komposisi media dasar adalah sukrose 30 g, KH₂PO₄ 1 g, MgSO₄·7H₂O 0,5 g, KCl 0,5 g, FeSO₄·7H₂O 10 mg, agar 20 g, larutan unsur mikro (*Trace Element Solution*) 0,2 ml, akuades 1000 ml. Larutan unsur mikro terdiri dari akuades 95 ml, citric acid 5 g, ZnSO₄·7H₂O 5 g, Fe(NH₄)₂(SO₄)₂·6H₂O 1 g, CuSO₄·5H₂O 0,25 g, KClO₃ 1,5%, MnSO₄·H₂O 50 mg, H₃BO₄ 50 mg. Ukuran koloni *F. oxysporum* yang diambil adalah 2 mm², masing-masing isolat diambil sebanyak 12 potong dan diinkubasi sampai 15 hari pada suhu ruang. Pengamatan dilakukan setiap hari. Koloni yang miseliumnya tumbuh sangat tipis dan tumbuh lebih cepat diantara miselium lainnya adalah mutan. Mutan yang didapatkan dipindahkan pada medium minimal dan dipelihara untuk pengujian selanjutnya. Persentase pertumbuhan mutan dihitung dengan rumus:

$$\text{Pertumbuhan mutan (\%)} = \frac{\sum \text{mutan yang tumbuh}}{\sum \text{potongan isolat}} \times 100\%$$

Identifikasi Fenotipe *nit* Mutan

Mutan yang didapat dari tahapan *recovery nit mutant*, selanjutnya diidentifikasi fenotipenya. Tahapan identifikasi dilakukan dengan menumbuhkan masing-masing *nit* mutan yang diperoleh pada media minimal (medium dasar + NaNO₃ 2 g/l), media nitrit (media dasar + NaNO₂ 0,5 g/l) dan media hypoxanthin (media dasar + hypoxanthin 0,2 g/l). Identifikasi *nit* mutan berdasarkan fenotipe *nit* mutan ini didasarkan pada kemampuannya menggunakan beberapa sumber nitrogen (Tabel 1).

Tabel 1. Identifikasi fenotipe mutan dan pertumbuhannya pada berbagai media.

Mutan	Nitrat	Nitrit	Hypoxanthin
Wild type	+	+	+
nit1	-	+	+
nit3	-	-	+
NitM	-	+	-

Keterangan: + = miselium tumbuh tebal, - = miselium tumbuh tipis. Sumber: Leslie (1990)

Jumlah potongan mutan yang ditumbuhkan sesuai dengan jumlah mutan yang diperoleh dari

media MM + klorat pada masing-masing isolat *F. oxysporum* dan masing-masing diulang 2 kali. Pengamatan dilakukan terhadap fenotipe mutan yang tumbuh berdasarkan Tabel 1. Persentase fenotipe mutan yang tumbuh dihitung dengan rumus:

$$\text{Fenotipe mutan (\%)} = \frac{\sum \text{nit mutan setiap fenotipe}}{\sum \text{nit mutan yang tumbuh}} \times 100\%$$

Pengujian Komplementasi (*Complementation test*)

Media yang digunakan untuk pengujian komplementasi adalah media MM (media Nitrat). Nit mutan yang didapat dari tahapan identifikasi fenotipe selanjutnya dipasang-pasangkan yaitu antara nit1 dan NitM dengan berbagai kombinasi sesuai dengan isolat yang diperoleh. Pasangan isolat-isolat tersebut diinkubasi pada suhu ruang selama 6-7 hari.

Pengamatan dilakukan terhadap terjadinya hifa jamur yang membentuk garis tipis atau tumbuhnya koloni yang lebih tebal diantara isolat yang dipasangkan. Penebalan koloni tersebut menunjukkan terjadinya heterokariosis antara isolat jamur yang vegetatifnya kompatibel berdasarkan metode Cove (1976) yang telah dimodifikasi oleh Puhalla (1985) dan Correl *et al.* (1987). Vegetatif yang kompatibel ditunjukkan dengan adanya hifa yang bersatu dan membentuk garis tebal diantara mutan nit1 dan nitM yang dipasangkan. Sebaliknya, vegetatif yang tidak kompatibel hifanya tidak bersatu dan tidak terbentuk garis tebal diantara nit1 dan nitM yang dipasangkan.

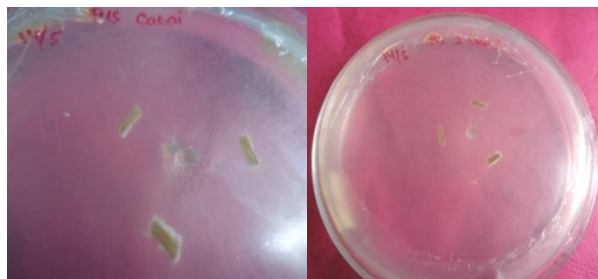
Isolat-isolat yang vegetatifnya kompatibel satu sama lain dikelompokkan dalam VCG yang sama. Pemberian nama kelompok VCG yang ditemukan untuk sementara berdasarkan abjad secara berurutan. Apabila ada isolat yang tidak kompatibel dengan isolat yang lainnya dan tidak termasuk VCG manapun maka isolat tersebut merupakan *single self compatibility* (SSC) yaitu isolat yang hanya kompatibel secara tunggal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolat Jamur *F. oxysporum*

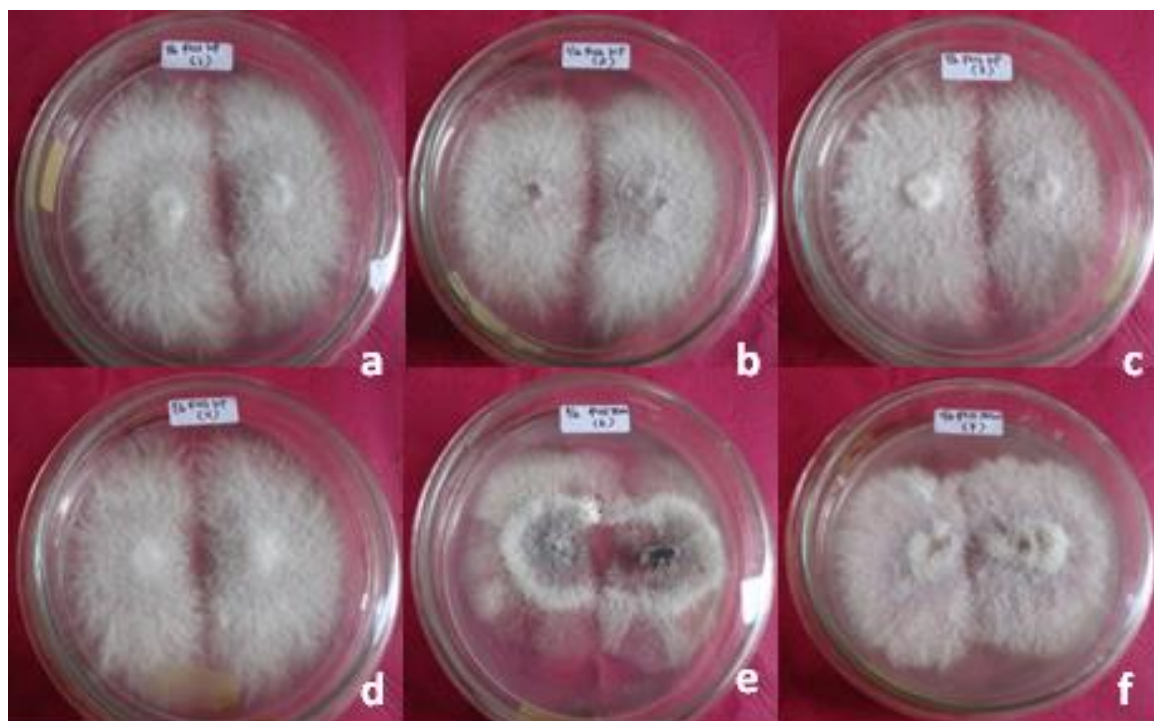
Hasil isolasi jamur *F. oxysporum* dari tanaman kacang panjang bergejala layu didapatkan tiga isolat *F. oxysporum* yaitu KP1 (1), KP2 (2) dan KP3 (3). Hasil tersebut berdasarkan identifikasi melalui karakteristik sporulasi pada media CLA dan karakteristik koloni pada media PDA. Sementara itu, tiga isolat lainnya yaitu satu isolat kacang panjang

KP4 (4), satu isolat tomat T1 (6) dan satu isolat cabai C1 (7) merupakan isolat koleksi Laboratorium Mikologi IPB. Karakteristik koloni *F. oxysporum* pada media CLA disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Koloni isolat *F. oxysporum* pada media CLA.

Ciri-ciri *F. oxysporum* pada media PDA memiliki koloni mula-mula berwarna putih kemudian berubah menjadi ungu. Warna koloni ini berbeda dengan warna koloni *Fusarium solani* yaitu berwarna putih agak krem sampai kecoklatan. Jamur *F. oxysporum* menghasilkan makrokonidia dan mikrokonidia. Makrokonidia biasanya berukuran panjang 25-35 μ dan lebar 3-5 μ , bagian dorsal melengkung, berbentuk sabit dengan 3-5 septa, dinding tipis dan meruncing ke ujung. *F. oxysporum* menghasilkan mikrokonidia yang berlimpah, dengan ukuran 5-12 x 3-5 μ , berbentuk oval sampai elips (Smith, 2007). Koloni masing-masing isolat *F. oxysporum* dari inang yang berbeda pada media PDA disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Koloni *F. oxysporum* pada media PDA. (a) Isolat kacang panjang 1(1). (b) Isolat kacang panjang 2 (2). (c) Isolat kacang panjang 3 (3). (d) Isolat kacang panjang 4 (4). (e) Isolat tomat (6). (f) Isolat cabai (7).

Kompatibilitas Vegetatif *F. oxysporum* Pembiakan *nit* Mutan (*Recovery of nit Mutant*)

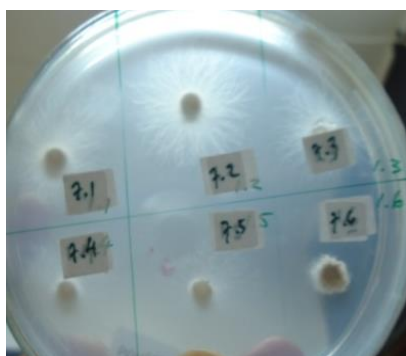
Hasil isolasi mutan *F. oxysporum* dengan menggunakan medium minimal + klorat (KClO₃) 1,5% didapatkan 29 mutan, dengan rincian disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil pengujian isolat pada media klorat diketahui bahwa isolat *F. oxysporum* yang berasal dari tomat (*F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*) (isolat 6) membentuk mutan yang paling banyak yaitu sebesar 50%. Isolat *F. oxysporum* yang berasal dari kacang panjang [KP2 (2)], kacang panjang [KP4 (4)] dan cabai [C1 (7)] membentuk

jumlah mutan yang sama yaitu sebesar 41,67%. Sementara itu, isolat dari kacang panjang [KP1 (1)] dan kacang panjang [KP3 (3)] membentuk mutan hanya 33,33% (Tabel 3).

Mutan *F. oxysporum* adalah isolat yang tumbuh dengan cepat pada media klorat. Koloni tipe liar pada media MM ditambah klorat, akan tumbuh sangat terbatas dan tipis (Gambar 3). Menurut Widodo *et al.* (2008) koloni mutan akan tumbuh membentuk sektor-sektor yang resisten terhadap klorat dan berkembang dengan cepat dibandingkan koloni yang terbatas (tipe liarnya) setelah 4-15 hari.

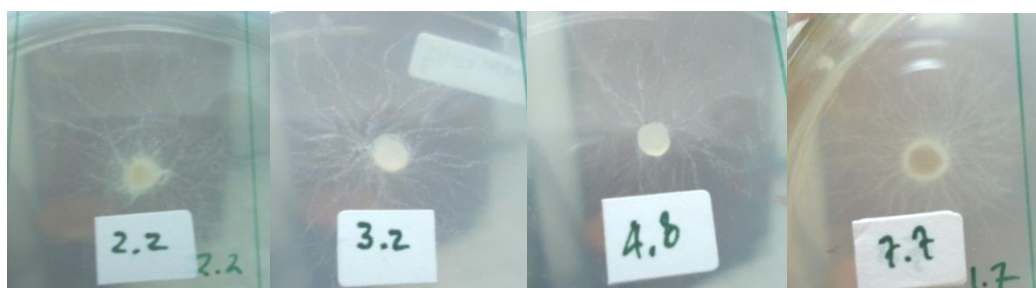
Tabel 2. Mutan *F. oxysporum* pada medium klorat dari beberapa isolat.

Asal isolat/nama isolat	Mutan dengan kode isolat	Persentase pertumbuhan mutan (%)
Kacang panjang/KP1 (1)	1.8; 1.9; 1.11; 1.12	33,33
Kacang panjang/KP2 (2)	2.1; 2.2; 2.3; 2.4; 2.5	41,67
Kacang panjang/KP3 (3)	3.1; 3.2; 3.3; 3.5	33,33
Kacang panjang/KP4 (4)	4.7; 4.8; 4.9; 4.11; 4.12	41,67
Tomat/T1 (6)	6.7; 6.8; 6.9; 6.10; 6.11; 6.12	50,00
Cabai/C1 (7)	7.1; 7.2; 7.3; 7.4; 7.5	41,67



Gambar 3. Koloni mutan (pertumbuhan cepat) dan bukan mutan (pertumbuhan lambat) *F. oxysporum* pada media klorat (KClO_3) 1,5%.

“Nit mutant auxotroph” dapat tumbuh pada media minimal seperti tipe liarnya tetapi koloninya sangat tipis. Menurut Puhalla (1985) mutan *F. oxysporum* yang ditumbuhkan pada medium klorat merupakan mutan yang resisten terhadap klorat dan tidak mampu mereduksi nitrat. Demikian juga menurut de Carvalho & Mendes-Costa (2011) nit mutan adalah mutan yang tidak mampu memanfaatkan nitrat sebagai sumber nitrogen dan tahan terhadap klorat, yang merupakan analog racun dari nitrat. Beberapa pertumbuhan mutan dari hasil pengujian di media klorat disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Beberapa koloni mutan *F. oxysporum* pada medium klorat.

Identifikasi Fenotipe *nit* Mutan

Hasil identifikasi nit mutan menunjukkan bahwa mutan nit1 didapatkan dari semua isolat yang diperoleh dari semua inang yang berbeda yaitu kacang panjang, tomat dan cabai. Mutan nit1 dari semua inang paling banyak diperoleh dari tomat (isolat 6) yaitu sebesar 100%, hasil ini sesuai dengan hasil nit mutan yang terbentuk pada media klorat dimana nit mutan isolat *F. oxysporum* terbanyak terbentuk pada isolat asal tomat. Isolat yang berasal dari kacang panjang membentuk nit1 sebesar

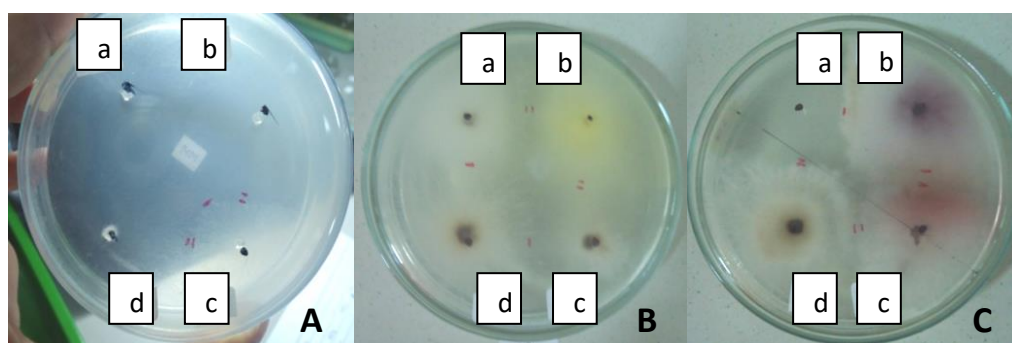
55,56%, dan yang paling sedikit membentuk nit1 adalah isolat yang berasal dari cabai yaitu hanya 20%. Diantara isolat-isolat yang didapatkan dari tiga inang yang diuji hanya isolat dari kacang panjang 4 yang membentuk nitM dan hanya isolat dari cabai yang membentuk nit3 yaitu masing-masing hanya sebesar 20% (Tabel 3). Pada inang kacang panjang, diketahui bahwa kacang panjang 4 (KP4) membentuk nit1 paling banyak yaitu sebesar 80% dan yang paling sedikit membentuk nit1 adalah isolat dari KP1 (Tabel 3).

Tabel 3. Fenotipe dan persentase fenotipe nit mutan *F. oxysporum* dari beberapa inang.

Asal isolat>Nama isolat	Kode isolat	Fenotipe nit mutan	Persentase fenotipe (%)	Persentase fenotipe (%) (Total)
Kacang panjang/KP1 (1)	1.8	nit1	25	55,56
Kacang panjang/KP2 (2)	2.3; 2.4; 2.5	nit1	60	
Kacang panjang/KP3 (3)	3.3; 3.5	nit1	50	
Kacang panjang/KP4 (4)	4.8; 4.9; 4.11; 4.12	nit1	80	
	4.7	nitM	20	5,56
Tomat/T1 (6)	6.7; 6.8; 6.9; 6.10; 6.11; 6.12	nit1	100	100
Cabai/C1 (7)	7.4	nit1	20	20
	7.5	nit3	20	20

Berdasarkan hasil identifikasi fenotipe diketahui bahwa inang yang sama dapat mempunyai jumlah nit1 yang berbeda-beda. Isolat nit1 adalah isolat mutan yang tidak dapat memanfaatkan nitrat, tetapi dapat memanfaatkan nitrit dan hypoxanthin. Oleh karena itu, isolat ini mampu tumbuh seperti tipe liarnya pada media minimal nitrit dan hypoxanthin, tetapi tumbuh sangat tipis pada media minimal nitrat. Berbeda dengan nit1, isolat nit3

tumbuh seperti tipe liarnya hanya pada media minimal hypoxanthin tetapi tumbuh sangat tipis pada media minimal nitrat dan nitrit. Sementara itu, NitM tumbuh seperti tipe liarnya hanya pada media minimal nitrat, tetapi tumbuh sangat tipis pada media minimal nitrat dan hypoxanthin. Hasil tersebut sesuai dengan yang dijelaskan oleh Leslie (1990). Perbandingan fenotipe nit1, nit3, nitM dan tipe liar disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Fenotipe nit mutan *F. oxysporum* pada. (A) Media minimal (nitrat). (B) Medium nitrit. (C) Medium hypoxanthin (a. nitM, b. nit1, c. nit3, d. tipe liar).

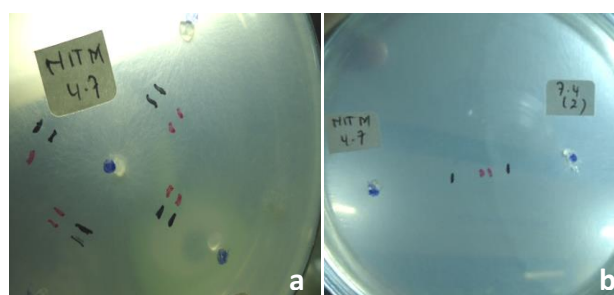
Pengujian Komplementasi (*Complementation Test*)

Hasil pengujian komplementasi menunjukkan bahwa ada beberapa nit1 yang menunjukkan adanya penyatuan miselium dengan nitM, yaitu nit1 yang berasal dari isolat kacang panjang 2, kacang panjang 3 dan isolat tomat (Tabel 4; Gambar 6). Hasil ini menunjukkan bahwa isolat-isolat tersebut kompatibel vegetatif. Akan tetapi, penyatuan miselium antara nit1 dan nitM tidak diikuti dengan penebalan miselium. Hal ini diduga disebabkan karena biakan murni *F. oxysporum* tidak diperoleh dari spora tunggal.

Selain terjadinya penyatuan miselium, sebagian isolat yang lain yaitu isolat kacang panjang 1 dan cabai menunjukkan adanya pembatas yaitu berupa zona bening antara miselium nit1 dan nitM (Tabel 4; Gambar 6). Hal ini menunjukkan bahwa antara nit1 dan nitM pada isolat tersebut tidak kompatibel vegetatif. Pengujian antara nit1 isolat kacang panjang 4 dengan nitM yang juga didapat dari isolat kacang panjang 4, juga menunjukkan tidak adanya penyatuan miselium dan terbentuk zona pembatas atau tidak kompatibel vegetatif (Tabel 4; Gambar 6).

Tabel 4. Komplementasi isolat *F. oxysporum* dari beberapa inang.

Kode isolat nitM/asal	Kode isolat (nit1)	Asal isolat	Keterangan
4.7/Kacang panjang	2.4; 2.3; 2.5	Kacang panjang	Miselium menyatu tetapi tidak terjadi penebalan
	3.3; 3.5	Kacang panjang	
	6.7; 6.8; 6.9; 6.10; 6.11; 6.12	Tomat	
	1.8	Kacang panjang	Miselium tidak menyatu
	4.8; 4.9; 4.11; 4.12	Kacang panjang	terdapat zona bening (pembatas)
	7.4	Cabai	



Gambar 6. *Vegetative Compatibility Groups* (VCG) Isolat *F. oxysporum*. (a) Terjadi penyatuan miselium dan (b) terbentuk zona bening.

Mutan nit3 tidak digunakan dalam pengujian kompatibilitas, dalam pengujian ini hanya digunakan nit1 dan nitM. Menurut Widodo *et al.* (2008), nit3 merupakan isolat mutan yang tidak stabil sehingga sewaktu-waktu bisa berubah menjadi tipe liarnya.

Berdasarkan uji komplementasi diketahui bahwa isolat *F. oxysporum* yang diuji terdiri dari dua VCG dan satu SSC. Dua VCG tersebut adalah VCGa untuk isolat dari kacang panjang 2, kacang panjang 3 dan tomat, VCGb untuk isolat dari kacang panjang 1 dan cabai, sedangkan SSC untuk isolat dari kacang panjang 4.

Menurut Puhalla (1985), VCG berkaitan erat dengan forma spesialis. Hubungan ini dapat dijelaskan melalui model evolusi jamur. Satu forma spesialis diperoleh dari satu spesies inang yang spesifik. Strain jamur yang kompatibel vegetatif satu sama lain sering digambarkan sebagai anggota kelompok kompatibilitas vegetatif yang sama atau VCG dan yang inkompatibel vegetatif disebut sebagai kelompok kompatibilitas vegetatif yang berbeda (Puhalla, 1985). Akan tetapi, terdapat isolat yang tidak kompatibel dengan isolat lainnya tetapi hanya kompatibel dengan isolat yang sama, isolat yang demikian disebut dengan *single self compatibility* (SSC). Menurut Widodo (2008) apabila ada isolat yang tidak kompatibel dengan isolat yang

lainnya dan tidak termasuk VCG manapun maka isolat tersebut merupakan SSC yaitu isolat yang hanya kompatibel secara tunggal.

Komplementasi adalah interaksi kerja sama gen-gen mutan dalam suatu mutasi rangkap sehingga dihasilkan fenotipe yang lebih mendekati tipe liarnya dibandingkan dengan yang mungkin dihasilkan oleh gen mutan itu sendiri-sendiri. Pembentukan heterokarion ditunjukkan oleh komplementasi antara mutan-mutan yang tidak dapat mereduksi nitrat (*nit mutants*). Komplementasi antara nit mutan berbeda ditunjukkan oleh perkembangan miselia di zona kontak antara dua koloni mutan (heterokarion) sehingga dua isolat termasuk dalam kelompok kompatibilitas vegetatif yang sama (Puhalla, 1985).

SIMPULAN

Analisis VCG efektif digunakan dalam penggolongan grup isolat jamur. Grup VCG yang didapat dari penelitian ini didasarkan pada adanya penyatuan miselium antara mutan nit1 dan nitM yang disebut sebagai kompatibel vegetatif. Grup non kompatibel vegetatif ditunjukkan dengan adanya pembatas berupa zona bening. Berdasarkan kelompok kompatibilitas vegetatifnya *F. oxysporum* yang diuji dikelompokkan dalam dua VCG yang mencakup isolat dari kacang panjang, tomat dan cabai dan satu SSC isolat dari kacang panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abo, K, KK Klein, V Edel-Hermann, N Gautheron, D Traore, and C Steinberg. 2005. High genetic diversity among strains of *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* from cotton in Ivory Coast. *Phytopathology*. 95:1391-1396.
- Correll, JC, CJR Klittich, and JF Leslie. 1987. Nitrate non-utilizing mutants of *Fusarium oxysporum* and their use in vegetative

- compatibility test. *Phytopathology*. 77:1640-1646.
- Cove, D.J. 1976. Chlorate toxicity in *Aspergillus nidulans*: the selection and characterization of chlorate resistant mutants. *Heredity*. 36(2):191-203.
- Davis, R. 2005. Fusarium Wilt (Panama Disease) of Banana. Pest Advisory Leaflet. No. 42. Plant Protection Service, Secretariat of the Pacific Community.
- de Carvalho, CR, and MC Mendes-Costa. 2011. Vegetative compatibility and heterokaryon formation between different isolates of *Colletotrichum lindemuthianum* by using the nit mutant system. *Brazilian Journal of Microbiology*. 42:346-353.
- Deshwal, RK and N Kumari. 2012. Regional variation in genetic structure and pathogenecity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cumini* isolated from *Cuminum cyminum* L. *Asian Journal of Biological Sciences*. 5(1): 30-38.
- Di Primo, P, G Cartia, and T Katan. 2001. Vegetative compatibility and heterokaryon stability in *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* from Italy. *Plant Pathology*. 50:371-382.
- Koenig, RL, RC Ploetz, and HC Kistler. 1997. *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* consists of a small number of divergent and globally distributed clonal lineages. *Phytopathology*. 87:915-923.
- Leslie, JF. 1990. Genetic exchange within sexual and asexual populations of the genus *Fusarium*. Pp. 37-48 in *Fusarium Wilt of Banana* (RC Ploetz, ed.). APS Press. St Paul.
- Puhalla, JE. 1985. Classification of strain of *Fusarium oxysporum* on the basis of vegetative compatibility. *Canadian Journal of Botany*. 63(2):179-183.
- Smith, SN. 2007. An overview of ecological and habitat aspects in the genus *Fusarium* with special emphasis on the soil- borne pathogenic forms. *Plant Pathology Bulletin*. 16: 97-120.
- Widodo, N Kondo, K Kobayashi, and A Ogoshi. 2008. Vegetative compatibility groups within *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* in Hokkaido-Japan. *Microbiology*. 2(1): 39-43.